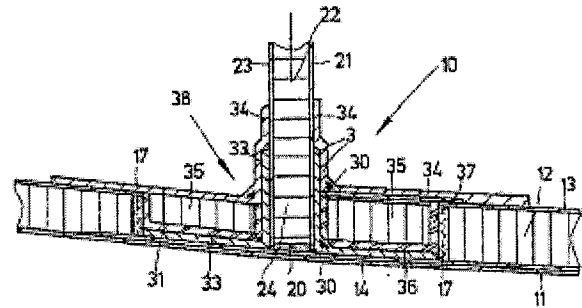


Abstract of **DE4417889**

An aircraft body, e.g. fuselage, wings, fins, comprises upper and lower shells connected together by cross-pieces. Shell and cross-piece construction is of plastic composite comprising two facing laminates (11, 13) and a core (12). Connection of the cross-pieces with the shell (1) is by angled laminates (3) which connects both facing laminates (21, 23) of the cross-piece with both the inner (13) and outer (11) laminates of the shell. A claimed mfg. process for shell prodn. uses a low pressure system and a negative mould and involves: (a) positioning anti-adhesive film between the core (12) and outer laminate at the joint between cross-piece and shell; (b) applying the inner laminate (13) on to the core (12), cutting away both core (12) and inner laminate (13) to leave a cut-out; (c) removing the anti-adhesive film, attaching the cross-piece and bonding with the angled laminate to the outer laminate (11); (d) filling the cut-out with core (12) material and bonding the latter (12) to the shell; and (e) bonding an angled laminate between the cross-piece and the inner laminate (13).





①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 17 889 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 44 17 889.1
㉔ Anmeldetag: 21. 5. 94
㉕ Offenlegungstag: 23. 11. 95

㉖ Int. Cl.⁶:
B 64 C 1/00
B 64 C 3/20
B 29 C 69/00
B 29 D 31/00
B 32 B 3/00

DE 44 17 889 A 1

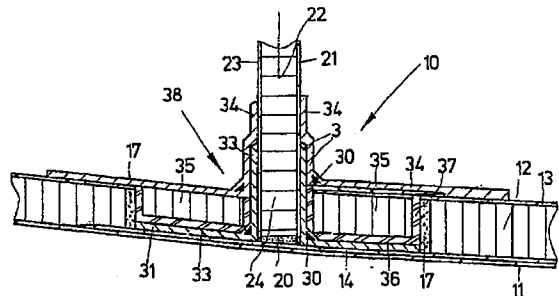
㉗ Anmelder:
Burkhart Grob Luft- und Raumfahrt GmbH & Co. KG,
86874 Tussenhausen, DE

㉘ Vertreter:
Pfister, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 87700 Memmingen

㉙ Erfinder:
Baur, Wolfgang, 87719 Mindelheim, DE

㉚ Flugzeugkörper sowie Verfahren zu dessen Herstellung

㉛ Ein Flugzeugkörper, zum Beispiel Rumpf, Flügel oder Flosse eines Flugzeuges, besteht aus zwei Schalen, einer Ober- und einer Unterschale. Diese beiden Schalen sind mit Stegen (2) miteinander verbunden, wobei sowohl die Schale (1) wie auch die Stege (2) aus einer Kunststoffverbundbauweise aufgebaut sind. Für ein zuverlässiges Verbinden der Stege (2) mit der Schale (1) wird vorgeschlagen, daß zum Verbinden Winkellaminat (3) vorgesehen sind, die je mit den Seitenlaminaten (21, 23) der Stege (2) und mit dem Innen- (11) oder dem Außenlaminat (13) der Schale (1) fest verbunden sind.



DE 44 17 889 A 1

Die Erfindung betrifft einen Flugzeugkörper, insbesondere Rumpf, Flügel oder Flosse eines Flugzeuges, der aus zwei Schalen, einer Ober- und einer Unterschale gebildet ist, wobei die Schale eine Mehrschichtbauweise, bestehend aus einem Außenlaminat, einem Kernmaterial und einem Innenlaminat, aufweist, und die beiden Schalen durch Stege miteinander verbunden sind, und der Steg eine Mehrschichtbauweise aufweist, wobei zwischen zwei Seitenlaminaten ein Kernmaterial vorgesehen ist.

In der im Flugzeugbau entwickelten Leichtbauweise ist gefunden worden, daß durch die Verwendung von modernen Verbundwerkstoffen ähnliche Festigkeitseigenschaften erreicht werden können, wie zum Beispiel mit Aluminium oder Stahl. Dabei wird häufig das sogenannte Niederdruckverfahren angewandt. Beim Niederdruckverfahren wird das die Außenhaut bildende Außenlaminat in eine Negativform eingelegt und durch ein Vakuum in der Negativform festgesaugt. Auf das Außenlaminat wird dann das Kernmaterial aufgelegt und verbunden. Dies kann zum Beispiel durch Verkleben erfolgen. Auf das Kernmaterial wird das Innenlaminat aufgelegt und verdeckt somit das Kernmaterial. Das Innenlaminat wird hierzu beispielsweise ebenfalls mit dem Kernmaterial verklebt. Die Vorteile einer Verbundbauweise sind keine Korrosion, auch bei einem jahrelangen Einsatz, keine Materialermüdung, kein Rißfortschritt, eine leichte Bauweise, hohe Festigkeit und eine hohe Steifigkeit. Durch das Niederdruckverfahren werden makellose Oberflächen hergestellt, die keine die Aerodynamik der Oberflächen beeinträchtigenden Fehlstellen aufweisen.

Die beiden Schalen werden nicht nur an den Rändern miteinander verbunden, sondern zwischen den Schalen sind auch Stege anzuordnen, die sicherstellen, daß eine ausreichende Festigkeit zur Übertragung der auftretenden Kräfte erreicht wird. Die Stege sind zum Beispiel aus dem gleichen Verbundmaterial aufgebaut. Hierbei ist es nicht notwendig, die Stege in einem Niederdruckverfahren herzustellen. Die Stege können beispielsweise auch als vorgefertigtes Produkt eingebaut werden.

Bei einem Flügel oder einem ähnlichen Bauteil entstehen Biegekräfte, aber auch Torsionskräfte. Während die Biegekräfte vom Obergurt in der oberen Schale und vom Untergurt in der unteren Schale aufgenommen werden, ist es für die Aufnahme der Torsionskräfte notwendig, daß die Stege, die die Schalen verbinden, einen festen, biegesteifen Anschluß an den Schalen erhalten. Es ist hierzu bekannt, daß die Stege mit Nieten an den Schalen befestigt werden. Jedoch führen diese Nieten in der Oberfläche der Schalen zu erhöhten Strömungswiderständen, wodurch sich Verluste in der Leistungsfähigkeit des Flugzeuges ergeben. Die bekannten Verbindungsmittel, zum Beispiel Nieten, können daher zum Verbinden eines Steges mit einer Schale in der Kunststoffleichtbauweise nicht angewendet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Flugzeugkörper zu schaffen, der die bekannten Vorteile bei der Herstellung des Körpers im Niederdruckverfahren in einer Negativform beibehält, wobei das Verbinden der Stege mit der Schale so erfolgen muß, daß die makellose Außenschicht der Schale, die wichtig für gute aerodynamische Eigenschaften ist, durch Nieten oder Öffnungen nicht beeinträchtigt wird, und wobei die Steg-Schale-Verbindung in der Lage sein muß, hohe Kräfte, zum Beispiel Torsions- oder Biegekräfte, zu

übertragen.

Zur Lösung der Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Flugzeugkörper der eingangs beschriebenen Art und schlägt vor, daß zum Verbinden des Steges mit der Schale Winkellamine vorgesehen sind, die je mit dem Seitenlaminat und mit dem Innen- oder dem Außenlaminat fest verbunden sind.

Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag werden die an dem Steg angreifenden Kräfte über die an dem Steg anliegenden Winkellamine sowohl auf das Innen- wie auf das Außenlaminat übertragen. Die Kraft wird somit ideal von dem Steg in die in Verbundbauweise hergestellte Schale eingeleitet, ohne daß die Außenfläche der Schale hierzu unterbrochen werden muß. Dadurch wird die Außenseite des Flugzeugkörpers nicht verletzt, wodurch die Aerodynamik und letztendlich die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges nicht beeinträchtigt wird. Des weiteren ist es möglich, diese Verbindung hochgenau herzustellen, wobei insbesondere beim Zusammenbau des Flugzeugkörpers Vorteile entstehen. Es ist bekannt, Maßungenaugkeiten durch erhöhten Verbrauch von Klebstoff auszugleichen, obwohl der Klebstoff hier keine Klebefunktion erfüllt. Außerdem ist der Klebstoff im Flugzeugbau ein teures und relativ schweres Material. Die Erfindung vermeidet diese Nachteile.

Durch die Verwendung des gleichen Materials im Innen-, Außen- und Seitenlaminat wird ein in sich homogenes Bauteil geschaffen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, daß dem Seitenlaminat zum Verbinden mit dem Außenlaminat ein erstes Winkellaminat zugeordnet ist, und daß auf dem ersten Winkellaminat zur Verbindung mit dem Innenlaminat ein zweites Winkellaminat angeordnet ist. Durch eine solche Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, entsprechend größere Kräfte gleichmäßig von dem Steg auf die Schale zu übertragen, indem der Steg sowohl mit dem Außen- wie auch mit dem Innenlaminat verbunden wird.

Ferner schlägt die Erfindung vor, die Schale an der Verbindungsstelle mit dem Steg im Innenlaminat und im Kernmaterial mit einer Aussparung zu versehen. Der Steg liegt somit zum Beispiel auf dem Außenlaminat an und kann dadurch mit dem Außenlaminat verbunden werden. In Bereichen, wo nicht so hohe Kräfte auftreten, kann es ausreichend sein, daß der Steg nur mit dem Innenlaminat verbunden wird.

Gute Ergebnisse sind gefunden worden, wenn das Winkellaminat mit dem Seiten-, Innen- und Außenlaminat verklebt ist. Das Verkleben ist eine einfach zu beherrschende Verbindungstechnik, wobei mit entsprechenden Klebern hohe Klebefestigkeit erzielt werden kann, bei gleichzeitig geringem Gewicht der Verbindung.

Es ist von Vorteil, wenn das Laminat aus kunststoffgetränktem Strukturgewebe besteht. Insbesondere wenn der verwendete Kleber gut mit dem Laminat zusammenwirkt, können hochstabile Verbindungen geschaffen werden.

Es ist vorteilhaft, wenn als Kunststoff Epoxydharz vorgesehen ist. Epoxydharz kann zum Beispiel auch als Klebstoff verwendet werden, wodurch eine homogene Verbindung zwischen den Winkellaminaten und dem Laminat des Steges bzw. der Schale erreicht wird. Dies ist auch mit anderen Kunststoffen möglich, die zum Beispiel zur Herstellung von Laminaten verwendet werden. Mit glas-, kohle- oder aramidfaserverstärkten Kunststoff können sehr gute Ergebnisse erreicht werden. Das Strukturgewebe ist beispielsweise netzartig

aufgebaut.

Ferner schlägt die Erfindung vor, daß in dem zwischen dem Steg und dem Innen- und Außenlaminat der Schale bestehenden Winkel ein längs im Winkel verlaufendes Profil vorgesehen ist, das unter dem Winkellaminat liegt. Durch dieses Profil wird der Biegeradius des Winkellaminates im Winkel erhöht. Ein Brechen des Fasermaterials im Winkelbereich des Winkellaminates wird somit verhindert.

Dieses Profil ist in der Flugzeugherstellung als "roving core" bekannt. Das Profil besteht zum Beispiel aus einer kunststoffgetränkten Karbonfaser.

Es ist gefunden worden, daß zur Verbindung des Steges mit der Schale das Winkellaminat im wesentlichen eine U-förmiges, den Steg aufnehmendes Profil bildet, wobei der Steg des U-förmigen Profils mit dem Außenlaminat verbunden ist. Durch eine solche erfindungsgemäße Ausgestaltung werden insbesondere bei dem im weiteren Verlauf gezeigten Herstellungsverfahren eines entsprechenden Flugzeugkörpers überraschend einfache Verfahrensschritte erhalten. Hierbei ist gefunden worden, daß das U-förmige Winkellaminat ebenfalls in einem ausreichenden Maße die an dem Steg auftretenden Kräfte auf die Schale überleitet.

Ferner schlägt die Erfindung vor, daß das Winkellaminat L-förmig ausgebildet ist. Die L-förmig ausgebildeten Winkellamine schützen zum Beispiel die U-förmigen, den Steg aufnehmenden Winkellamine ab.

Es ist günstig, wenn im Bereich des an der Schale anliegenden Fußes des Steges das Kernmaterial des Steges direkt mit dem Winkel- bzw. Außenlaminat verbunden ist. Es ist zum Beispiel nicht notwendig, daß das Kernmaterial eine Zwischenschicht aufweist, die das Kernmaterial von dem Winkel- bzw. Außenlaminat abtrennt.

Es ist gefunden worden, daß als Kernmaterial Wabenmaterial vorgesehen ist. Die Waben haben verschiedene Raumformen, beispielsweise Vier- oder Sechskant. Sie bestehen zum Beispiel aus Polyamid- oder Aramidfasern, die mit Phenylharz getränkt und danach zu Papier verarbeitet sind. Dieses Material zeichnet sich durch eine hohe Steifigkeit bei entsprechend geringem Gewicht aus.

Als Kernmaterial ist insbesondere auch Hartschaumstoff vorgesehen. Der Hartschaumstoff wird als Werkzeug verwendet, um beispielsweise bei der Herstellung der Schale Aussparungen anzuordnen.

Es wird ferner ein neues Verfahren zur Herstellung eines Flugzeugkörpers vorgeschlagen. Bislang ist es bekannt, die Schalen von Flugzeugkörpern im Niederdruckverfahren in einer Negativform herzustellen. Das Niederdruckverfahren wird zur Herstellung der Schalen verwendet. Hierzu werden die Materialien der Schale, das Außenlaminat, das Kernmaterial und das Innenlaminat in die jeweilige Negativform eingelegt. Die einzelnen Schichten werden Schicht für Schicht in die Negativform eingelegt und durch den Absaugdruck (Unterdruck) aneinander gepreßt. Die luftdurchlässigen Schichten werden hierbei zum Beispiel durch eine Folie abgedichtet, damit sich ein gleichmäßiger Unterdruck ausbilden kann. Zwischen den einzelnen Lagen befindet sich ein Klebstoff, wobei ein Absaugdruck von etwa 0,7 bis 0,9 bar angewendet wird. Bei der Herstellung der Schalen finden Kunststoffkleber, insbesondere zwei Komponentenkunststoffkleber, Verwendung. Die Festigkeit der Bauteile wird erhöht, wenn nach dem Zusammenfügen der Bauteile die Bauteile erwärmt, also getempert werden. Je nach Anforderung des Bauteiles

sind verschiedene Verfahren bei verschiedenen Temperaturen entwickelt worden. Hierbei erfährt das Bauteil eine Aushärtung.

Die Erfindung schlägt die Abfolge folgender Schritte vor.

Während des Aufbaues der Schale wird in dem Bereich der Verbindungsstelle der Schale mit dem Steg zwischen dem Außenlaminat und dem Kernmaterial eine Antiklebefolie eingebracht. Durch das Einbringen dieser Antiklebefolie wird ein Ankleben des Kernmaterials an das Außenlaminat während der Unterdruckphase vermieden. Dadurch kann das Kernmaterial auf einfache Weise von dem Außenlaminat vollständig abgetrennt werden.

Nachdem das Innenlaminat auf dem Kernmaterial aufgebracht ist, wird das Innenlaminat und das Kernmaterial im Bereich der Antiklebefolie entfernt, wodurch eine Aussparung entsteht. Wegen der Antiklebefolie haftet das Kernmaterial nicht an dem Außenlaminat. Das Innenlaminat wird nun im Bereich der Verbindungsstelle durchtrennt, beispielsweise aufgeschnitten. Das Innenlaminat mit dem Kernmaterial wird abgelöst. Hernach wird die Antiklebefolie vom Außenlaminat abgelöst.

Der Steg wird, nachdem die Antiklebefolie abgelöst ist, im Bereich der Aussparung fixiert und durch die Winkellamine mit dem Außenlaminat verbunden. Als Winkellamine können sowohl L- wie auch U-förmigen Profile Verwendung finden. Der Steg wird zunächst fixiert, um eine parallele Ausrichtung der Stege an dem Flugzeugkörper zu ermöglichen. Sobald die Stege untereinander ausgerichtet sind, wird der Steg mit dem Winkellaminat an seinen Seitenlaminen mit dem Außenlaminat verbunden, zum Beispiel verklebt. Der Steg kann hierbei eine größere Länge aufweisen als im fertig montierten Zustand. Er muß hierzu nicht vollständig genau abgelängt werden, was insbesondere bei den schwierigen geometrischen Konturen des Flugzeugkörpers nicht einfach möglich ist.

Nachdem der Steg mit dem Außenlaminat verbunden ist, wird die Aussparung mit Kernmaterial aufgefüllt und auf der Unterseite mit der Schale verbunden. Die Aussparung ist in der Regel breiter als der eingebrachte Steg. Die Aussparung wird durch das Einbringen von Kernmaterial geschlossen, wobei das Kernmaterial auf der Unterseite mit dem Außenlaminat bzw. dem eingebrachten Winkellaminat verbunden bzw. verklebt wird.

Nun wird der Steg durch ein Winkellaminat mit dem Innenlaminat der Schale verbunden. Hierzu ist zum Beispiel ein L-förmiges Winkellaminat vorgesehen, wobei an dem Innenlaminat anliegende Stege des Winkellaminates das in die Aussparung eingebrachte Kernmaterial übergreift und an dem bereits vorhandenen Innenlaminat der Schale anliegt. Dadurch wird eine homogene Verbindung des Steges mit der Schale erreicht, wobei gleichzeitig eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Steg und dem Innenlaminat hergestellt wird.

Es ist gefunden worden, daß es von Vorteil ist, wenn im Bereich der Klebefolie als Kernmaterial Werkzeughartschaumstoff verwendet wird. Das Kernmaterial im Bereich der Klebefolie wird im weiteren Verfahren zur Bildung einer Aussparung entnommen. Es ist somit nicht notwendig, in diesem Bereich hochwertiges Wabenmaterial als Kernmaterial zu verwenden, was hernach entfernt wird und somit unbrauchbar ist.

Ferner ist gefunden worden, daß es von Vorteil ist, wenn auf das Außenlaminat im Bereich der Verbindungsstelle ein Verstärkungslaminat aufgebracht wird.

Das Verstärkungslaminat ist von gleicher Beschaffenheit wie das Außenlaminat und verstärkt im Bereich der Aussparung die Schale.

Bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers besteht das Problem, daß die beiden, den Flugzeugkörper bildenden Schalenhälften bei dessen Fertigstellung zusammengefügt werden müssen.

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine eingangs beschriebene Verbindung des Steges an die Schale auch bei der Montage des Flugzeugkörpers einsetzen zu können. Insbesondere sollen auch hier die guten Ergebnisse bei der Krafteinleitung aus dem Steg in die Schale erreicht werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Verfahren zur Herstellung eines Flugzeugkörpers, wobei die Abfolge von folgenden Schritten vorgeschlagen wird.

Zunächst wird an die erste Schale ein Steg angeformt, die zweite Schale weist im Bereich der Verbindungsstelle eine Aussparung auf. Diese Vorbereitungsschritte sind mit dem oben beschriebenen Verfahren möglich.

Nun werden die beiden Schalen in einem gleichbleibenden Abstand zueinander passgenau aufeinander gesetzt. Hierbei ist besonders wichtig, daß die Stege im Bereich der jetzt zu bildenden Verbindungsstellen (in der zweiten Schale) parallel geführt sind, damit durch eine entsprechende parallele Führung der aufzusetzenden Schale eine einfache Verbindung möglich ist. Die Stege weisen hierbei eine Länge auf, die größer ist als im fertig montierten Zustand. Der Abstand der beiden Schalen zueinander wird zum Beispiel durch auf der Mittelebene des Flugzeugteiles aufgesetzte Klötze bewirkt. Diese Klötze bewirken einen gleichen Abstand der zweiten Schale an allen Stellen.

Nachdem die beiden Schalen zueinander zusammengesetzt worden sind, wird die notwendige Länge des Steges mit einer Lehre an dem Steg angezeichnet. Die Lehre berücksichtigt hierbei den Abstand zwischen den beiden Schalen. Hier wird nun auch ein weiterer Vorteil der Erfindung deutlich. Durch die Tatsache, daß die beiden Schale getrennt zueinander in einem genau definierten Abstand und Position zueinander liegen, können nun die sonst verdeckten Verbindungsbereiche der Stege mit der Schale passgenau angezeichnet werden, wodurch eine hohe Passgenauigkeit der Stege erreicht wird. Auch ist es nicht mehr notwendig, durch aufwendige Verfahren die genaue Form des Stegfußes zur Anpassung an die Schale zu ermitteln, da die Lehre direkt an der Form der Schale entlanggeführt werden kann. Auch können durch diesen Schritt unzugängliche Stege zwischen den beiden Schalen zugänglich gemacht werden bzw. diese Stege durch die Zuhilfenahme von anderen Flugzeugöffnungen, zum Beispiel Luken oder Einsätze, angezeichnet werden.

Nun werden die beiden Schalen voneinander getrennt und die Stege abgelängt. Die Stege sind dabei frei zugänglich und können mit einfachen bekannten Mitteln entsprechend der Anzeichnung abgelängt werden. Der so entstandene Abschnitt des jeweiligen Steges ist gleichzeitig ein beim Hersteller des Flugzeuges verbleibendes Beweisstück für die Materialgüte des verbauten Bauteiles.

Auf das freie Ende des Steges wird in Fortsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Winkellaminat aufgesetzt. Die zweite Schale weist in dem Bereich der Verbindungsstelle eine Aussparung auf, in die ein Winkellaminat angeheftet werden kann. Die Lehre für das Anzeichnen der Stege berücksichtigt hierbei auch die

entsprechenden Dicken der Winkellamine bzw. des aufgetragenen Klebstoffes. Es ist auch möglich, daß der Steg nicht an dem Außenlaminat der zweiten Schale angeheftet wird, sondern nur an dem Innenlaminat. Hierbei berücksichtigt die Lehre dann entsprechend die Dicke der zweiten Schale in diesem Bereich, die hier keine Aussparung aufweist. Als Winkellaminat kann hierbei zum Beispiel ein U-förmiges Winkellaminat verwendet werden, das schuhartig auf das freie Ende des Steges aufgeschoben wird.

Die beiden Schalen werden derart zusammengefügt, daß das aufgetragene Winkellaminat durch aufgetragenen Klebstoff (am Winkellaminat oder an der zweiten Schale) an der zweiten Schale anheftet. Das U-förmige Winkellaminat ist passgenau an den Fuß des Steges angeformt worden, jedoch noch nicht mit diesem verklebt. Durch eine solche exakte Anformung des Winkellaminates wird eine spielfreie Montage des Flugzeugkörpers möglich. Bei dem Aufbau der zweiten Schale muß nicht die genaue Verbindungsstelle des Steges mit der Schale bestimmt werden, da dies bei der Montage des Flugzeugkörpers von selbst bestimmt wird. Es ist nur notwendig, im Bereich der Verbindungsstelle eine Aussparung vorzusehen. Die genaue Fixierung des Stegfußes an der zweiten Schale erfolgt automatisch während der Montage. Dadurch wird ein erheblicher Herstellungsvorteil erzielt. Durch das Anheften des Winkellaminates an der zweiten Schale wird die Lage der Verbindungsstelle genau definiert.

Nachdem die beiden Schalen wieder voneinander getrennt sind, wird das angeheftete Winkellaminat mit weiteren Winkellaminaten mit dem Innen- bzw. Außenlaminat der zweiten Schale verbunden, wobei ein Stegschuh ausgebildet wird und wobei zwischen Innen- und Außenlaminat Kernmaterial eingelegt wird. Bei dem Trennen der beiden Schalen wird das auf dem Steg aufliegende Winkellaminat von dem Steg abgezogen. Dadurch entsteht ein genauer Abdruck der Lage der Verbindungsstelle des Steges an der zweiten Schale. Die Lage der Verbindungsstelle des Steges ist nun genau mit Hilfe des Winkellaminates definiert. Mit Hilfe von weiteren Winkellaminaten, die mit dem Außenlaminat verbunden werden, wird ein genauer Stegschuh gebildet, in den der Steg bei der Montage eingeführt wird. Entsprechend der bereits geschilderten Verfahren werden Winkellamine auf das Außenlaminat aufgebracht, die Aussparung mit Kernmaterial aufgefüllt und der Steg durch weitere Winkellamine mit dem Innenlaminat der Schale verbunden.

Für das Verbinden der beiden Schalen miteinander werden schließlich an den Berührungsflächen der beiden Schalen sowie in dem Stegschuh Klebstoff aufgetragen. Bei der Endmontage der beiden Schalen werden diese wiederum zusammengefügt, derart, daß die Stege in die angeformten Stegschuhe der zweiten Schale eingeführt werden. Durch die Tatsache, daß diese Stegschuhe genau an den Steg angeformt wurden, kann mit einer geringen Menge von Klebstoff der Steg mit der zweiten Schale verbunden werden. Daraus resultiert ein gewichtseinsparung.

Es ist gefunden worden, daß es von Vorteil ist, wenn die beim Ablängen gewonnenen Abschnitte des Steges als Werkzeug für das Formen und Befestigen des aus Winkellaminaten bestehenden Stegschuhes an der zweiten Schale dienen. Indem die Lage der Verbindungsstelle des Steges an der zweiten Schale durch das anheftende Winkellaminat bestimmt ist, wird mit Hilfe des verbleibenden Abschnittes ein passgenauer Stegschuh an-

geformt. Hierbei ist die zweite Schale, beispielsweise die Oberschale, abgenommen und bequem und einfach zugänglich.

In der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßer Flugzeugkörper schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 die Verbindung eines Steges mit der Schale eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers,

Fig. 2 eine erweiterte Variante zum Verbinden eines Steges mit der Schale eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers,

Fig. 3 bis Fig. 8 die Abfolge einzelner Schritte eines Verfahrens zum Herstellen einer Verbindung eines Steges mit einer Schale eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers und

Fig. 9 bis Fig. 12 die Abfolge einzelner Schritte eines Verfahrens zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist der prinzipielle Aufbau der Verbindungsstelle 10 zwischen einem Steg 2 und der Schale 1 schematisch gezeigt. Die Schale 1, dies ist zum Beispiel der Teil eines Rumpfes, Flügels oder einer Flosse eines Flugzeuges, ist hierbei in einer Kunststoffverbundbauweise aufgebaut. Die Schale 1 besteht zum Beispiel auf der Außenseite aus einem Außenlaminat 11, auf dem ein Kernmaterial 12 aufgebracht ist und das auf der Innenseite mit einem Innenlaminat 13 abgedeckt ist. Die beiden Lamine 11 und 13 sind hierbei mit dem Kernmaterial 12 verklebt. Der Klebstoff ist hierbei nicht gezeigt.

Im Bereich der Verbindungsstelle 10 ist an dem Außenlaminat 11 eine Verstärkung 14 vorgesehen. Durch eine solche Verstärkung 14 kann die Stabilität im Bereich der Verbindungsstelle 10 des Außenlaminates 11 erhöht werden.

Der Steg 2 weist ebenso wie die Schale 1 eine Leichtbauweise auf. Der Steg 2 besteht aus zwei Seitenlaminaten 21 und 23, zwischen denen sich das Kernmaterial 22 befindet. Die Seitenlamine 21 und 23 sind hierbei mit dem Kernmaterial 22 ebenfalls verklebt. Hierbei ist es günstig, wenn beispielsweise die Verbundbauweise des Steges mit der der Schale gleich ist, wodurch die beiden Flugzeugelemente auch die gleichen Eigenschaften aufweisen. Insbesondere wird das Verkleben der beiden Elemente, Schale 1 und Steg 2, erleichtert, da zum Beispiel ein Klebstoff verwendet werden kann, der auch schon bei der Herstellung der Verbundbauweise der Schale 1 und des Steges 2 Verwendung gefunden hat. Dadurch wird insbesondere im Bereich der Nahtstellen eine homogene Verbindung erreicht.

Die Schale 1 und der Steg 2 werden, wie erfindungsgemäß vorgeschlagen, mit Winkellaminaten 3 derart miteinander verbunden, daß die Kräfte, insbesondere Bieigungs- und Torsionskräfte, ideal von dem Steg 2 in die Schale 1 und umgekehrt übergeleitet werden. Da die Schale 1 eine Verbundbauweise, bestehend aus Innen- und Außenlaminat sowie Kernmaterial, aufweist, somit also eine gewisse Dicke besitzt, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Seitenlamine des Steges sowohl mit dem Innen- wie auch mit dem Außenlaminat verbunden werden. Durch solch ein erfindungsgemäßes Vorgehen wird eine hohe Stabilität zwischen der Schale 1 und dem Steg 2 erreicht.

Wie in Fig. 1 ausgeführt, ist der Steg 2 mit einem unteren Winkellaminat 33 mit dem Außenlaminat 11 verbunden. Dabei ist es gleichbedeutend, daß das untere Winkellaminat 33 auf dem Verstärkungslaminat 14 aufgeklebt ist. Auf das untere Winkellaminat 33 wird ein oberes Winkellaminat 34 im Laufe des Herstellungsver-

fahrens, das im einzelnen später beschrieben ist, aufgebracht. Im Bereich des Steges 2, also an den Seitenlaminaten 21 und 23 überlappen sich hierbei das obere Winkellaminat 34 und das untere Winkellaminat 33. Das obere Winkellaminat 34 ist mit dem Innenlaminat 13 der Schale 1 verbunden.

Im Herstellungsverfahren wird eine Aussparung 16 im Bereich der Verbindungsstelle 10 geschaffen. Diese Aussparung 16 wird mit dem Einsetzen des Steges 2 sowie mit den aufgetragenen Winkellaminaten 3 geschlossen. Unter dem oberen Winkellaminat 34 ist hierzu zusätzliches Kernmaterial 35 eingebracht, wodurch zum einen eine homogene Schalenbauweise erreicht wird und zum anderen die Stabilität im Bereich der Verbindungsstelle 10 erhöht wird. Während des Herstellungsverfahrens wird hierzu an den Aussparungsgrenzen das Kernmaterial 12 mit einer Klebeschicht 17 gegen Beschädigungen geschützt. Das obere Winkellaminat 34 überdeckt hierbei das eingebrachte Winkellaminat 35 und überlappt auch noch mit dem anschließenden Innenlaminat 13.

Das aufgetragene Kernmaterial 35 ist zum Beispiel in einer wannenförmigen Laminatschicht 36 gebettet oder von einer wannenförmigen Klebeschicht 37 umgeben.

Wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt, bildet der Steg 2 mit der Außenkontur der Schale 1 stumpfe, spitze oder rechte Winkel, wodurch bei den die Abstützung bildenden Winkellaminaten 3 in den Winkelbereichen 38 enge Krümmungsradien erzielt werden. Das Knicken der Lamine kann zu einer Schädigung des Laminatmaterials führen. Das Laminat besteht aus einem kunststoffgetränkten Strukturgewebe, wobei das Strukturgewebe beispielsweise aus Kohle-, Glas- oder Aramidfasern besteht. Um ein Abknicken des Laminatenmaterials im Winkelbereich 38 zu vermeiden, ist im Winkelbereich 38 ein Profil 30 vorgesehen, das den Krümmungsradius des Winkellaminates erhöht. Dieses Profil 30 ist als "roving core" bezeichnet. Das Profil 30 ist, wie in der Zeichnung zu sehen, in dem Winkellaminat eingebettet. Das bedeutet zum Beispiel, daß das Profil 30 einseitig von dem Strukturgewebe und auf der anderen Seite von Klebstoff umgeben ist.

Wie in Fig. 1 ausgeführt, bilden die Winkellamine 3 hier L-förmige Profile 31. Diese L-förmigen Profile 31 stützen sich links und rechts von dem Steg 2 an den Außen- 11 bzw. Innenlaminaten 13 der Schale 1 ab. In Fig. 2 ist auch gezeigt, daß eine Verbindung zur Erzeugung eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers auch durch die Verwendung von U-förmigen Winkellaminaten 32 erreicht werden kann. Hierbei ist zum Beispiel vorgesehen, daß ein U-förmiges Winkellaminat 32 den Steg 2 beidseitig umschließt.

Auch kann vorgesehen sein, daß wie in Fig. 2 gezeigt, in kurzem Abstand nebeneinander zwei Stege 2 an die Schale 1 angefügt sind. Um den Platz zwischen den beiden Stegen 2 auszufüllen, werden auch hier U-förmige Winkellamine 32 verwendet. Hierbei ist gefunden worden, daß die Stabilität zwischen den beiden Stegen 2 durch das Weglassen von Kernmaterial in diesem Bereich nicht beeinträchtigt wird, wenn zum Beispiel eine Vielzahl von U-förmigen Laminaten 32 in den Zwischenbereich 20 zwischen den beiden Stegen 2 aufgetragen wird.

Im folgenden wird nun das Herstellungsverfahren eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers mit Hilfe der Fig. 3 bis Fig. 8 beschrieben.

Das Herstellen der Schale erfolgt mit dem bekannten Niederdruckverfahren. Dabei wird das Außenlaminat

11 in eine Negativform eingelegt und das Kernmaterial 12 sowie das Innenlaminat 13 durch Unterdruck an die Negativform gezogen. Das Kernmaterial weist auf seinen beiden Seiten Klebstoff auf, das durch den Unterdruck an den Laminaten anliegt und diese mit dem Kernmaterial verklebt.

In Fig. 3 ist gezeigt, daß das Außenlaminat 11 im Bereich der Verbindungsstelle 10 eine Verstärkung 14 aufweist. Diese Verstärkung 14 erhöht die Stabilität der Schale 1. Im Bereich der Verbindungsstelle 10 wird eine Antiklebefolie 18 aufgebracht. Nun wird auf das Außenlaminat das Kernmaterial 12 aufgelegt, das verschiedene Stärken haben kann. Im Bereich der Antiklebefolie 18, also an der Verbindungsstelle 10, wird hierbei nicht das aufwendige und teurere Wabenmaterial als Kernmaterial 12 verwendet, sondern es wird Hartschaumstoff 19 benützt. Zwischen dem Hartschaumstoff 19 und dem Kernmaterial 12 ist eine Klebeschicht 17 vorgesehen.

In Fig. 4 ist das Ausbilden der Aussparung 16 gezeigt. Das Innenlaminat 13 wird im Bereich der Verbindungsstelle 10 durchschnitten, und das Innenlaminat mit dem Kernmaterial (hier der Hartschaumstoff 19) entfernt. Dadurch verbleibt eine Aussparung 16 in der Schale 1. Um ein Anheften der Winkellamine und der weiteren Elemente nicht zu behindern, wird noch die Antiklebefolie 18 im Bereich der Aussparung 16 abgezogen. Die an die Aussparung 16 anstoßenden Trennflächen des Kernmaterials 12 weisen eine Klebeschicht 17 auf, die das Wabenmaterial vor Beschädigungen schützt.

In Fig. 5 ist gezeigt, wie das erste Winkellaminat 3 in der Aussparung 16 angeordnet wird. Das Winkellaminat 3 (hier ein L-förmiges Winkellaminat 31) wird zum Beispiel als Stangenware vorgehalten oder mit Hilfe einer der Verbindungsstelle 10 angepaßt. Ein Schenkel des L-förmigen Winkellaminates 31 wird hierbei auf das Verstärkungslaminat 14 geklebt.

In Fig. 6 ist gezeigt, wie in die Aussparung 16 die beiden Winkellamine 33 eingesetzt und mit dem Außenlaminat 11 bzw. dem Verstärkungslaminat 14 verbunden werden. Die beiden den Steg aufnehmenden Seitenlamine bilden einen Stegschuh 39.

Links neben dem Stegschuh 39 ist bereits auf das Winkellaminat 33 Kernmaterial 35 aufgelegt. Dieses Kernmaterial 35 ist von wannenförmigen weiterem Laminat oder Klebstoff umgeben.

In Fig. 7 sind die breiten Räume links und rechts von dem Stegschuh 39 mit Kernmaterial 35 aufgefüllt. Dieses Kernmaterial 35 wird in einer Dicke eingefüllt, bis zum einen eine ausreichende Stabilität im Zusammenwirken mit dem Innen- und Außenlaminat erreicht wird und zum anderen das Innenlaminat zum Beispiel im wesentlichen eben an das aufzubringende Winkellaminat anschließt. Wiederum auf der linken Seite des Stegschuhes 39 ist auf das Kernmaterial 12 bereits ein weiteres L-förmiges Winkellaminat 3 aufgelegt. Das aufgelegte Winkellaminat 34 überdeckt hierbei nicht nur das Kernmaterial 35 sondern überlappt auch das angrenzende Innenlaminat 13. Das Winkellaminat 34 wird mit einem Klebstoff mit dem Innenlaminat 13 wie auch mit dem Kernmaterial 35 verklebt. Als Klebstoff wird hierbei beispielsweise ein Zweikomponentenkleber auf Kunststoffbasis verwendet. Die Weiterbildung des Stegschuhes 39 erfolgt in bevorzugter Weise mit der Zuhilfenahme eines den Steg bildenden Modelles, das in dieser Zeichnung nicht gezeigt ist.

In Fig. 8 ist der Laminatschuh 39 fertig ausgestaltet, wobei die oberen Winkellamine 34 auf einem nach-

träglich eingebrachten Kernmaterial 35 aufliegen. Für eine Erhöhung der Stabilität ist auch an dem Innenlaminat 13, hier zum Beispiel auf der rechten Seite des Laminatschuhes 39, ein Verstärkungslaminat 40 vorgesehen, das unter dem oberen Winkellaminat 34 angeordnet ist. Die verschiedenen Lamine werden wiederum mit dem Kernmaterial verklebt.

Die Verbindung zwischen dem Steg 2 und der Schale 1 wird vervollständigt, indem der Steg 2' zum Beispiel als Stangenware, in den Laminatschuh 39 eingeführt wird. Der Steg 2 wird hierzu auf einer an dem Steg stirnseitig vorgesehenen Klebefläche 20 am Fuß des Steges 24 in dem Laminatschuh 39 verklebt. Natürlich weisen auch die Seitenlamine 21 und 23 zur Verbindung mit den Winkellaminen 3 bzw. 33 und 34 Klebstoff zum Verbinden des Steges mit dem Winkellaminat auf.

In einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, daß der Steg durch die Bildung der Winkellamine direkt an der Schale 1 aufgebaut wird. Die Verfahrensschritte sind hierbei die gleichen, wobei auf ein den Steg 2 bildendes Muster für die Bildung des Stegschuhes 39 verzichtet werden kann.

Für das Zusammenbauen eines erfindungsgemäßen Flugzeugkörpers mit Hilfe der vorbeschriebenen Verbindung zwischen der Schale und dem Steg wird nachfolgend mit den Fig. 9 bis Fig. 12 ein Verfahren beschrieben.

In Fig. 9 sind zwei zusammenwirkende Schalen 4 und 5 in einer Stellung zueinander gezeigt, daß sie einen gleichbleibenden Abstand 62 aufweisen, wobei sie nach einer Translation um eben diesen Abstand 62 aufeinander zu passgenau zusammengefügt werden können. Die Schale 4 ist hier zum Beispiel als Unterschale und die Schale 5 als Oberschale ausgebildet. Die beiden Schalen 4 und 5 sind durch Stege 2 miteinander zu verbinden. Die Stege 2 weisen hierbei eine größere Länge auf als in dem eingebauten, fertig montierten Zustand des Flugzeugkörpers. Der Abstand 62 zwischen den beiden Schalen wird durch Abstandshalter 6 bewirkt. Diese Abstandshalter 6 können beispielsweise auf der Mittelebene 60 (dies ist hier der obere Rand der Schale 4) angeordnet sein oder sich an der Schale abstützen. Die Verbindung zwischen den Stegen 2 und der Unterschale 4 erfolgt zum Beispiel nach dem vorbeschriebenen Verfahren. Die Vorbereitung an der Verbindungsstelle 10 in der Oberschale 5 erfolgt beispielsweise ebenfalls analog nach dem im Vorgehenden beschriebenen Verfahren.

Durch das Verwenden der Abstandshalter 6 ist es nun möglich, zwischen den beiden Schalen eine Lehre einzuführen, durch die die exakte Länge der Stege in Bezug auf die Schalenform angezeichnet werden kann. Durch die Abstandshalter ist es somit möglich, zum einen Werkzeuge wie aber auch Licht usw. in das Innere der Schalenhälften zu bringen, was eine Bearbeitung der Stege erleichtert. Zusätzlich sind diese Stege 2 nicht nur durch den durch die Abstandshalter 6 gebildeten Spalt zugänglich, sondern sie können zum Beispiel auch durch weitere Öffnungen in der Schale, beispielsweise Luke, Fenster oder Klappenschächte usw. zugänglich sein. Es ist zum Beispiel auch möglich, daß sich bei großen Flugzeugkörpern, beispielsweise Flügeln, eine Person zwischen den beiden Schalen zum Anzeichnen der exakten Steglänge bewegt.

Nachdem die Stege mit der Lehre angezeichnet sind, werden die beiden Schalen 4 und 5 voneinander getrennt und die Stege an der angezeichneten Stelle abgelängt.

Die beim Ablängen gewonnenen Abschnitte des Steges 2 dienen als Werkzeug für das Formen und Befestigen des aus Winkellaminaten bestehenden Stegschuhes an der zweiten Schale.

Auf das freie Ende des Steges wird ein Winkellaminat aufgesetzt, wobei auf der Außenseite des an der Schale anliegenden Schenkels des Winkellaminates Klebstoff aufgebracht wird. Dies ist in Fig. 10 gezeigt. Die Schale 5 ist abgenommen, und die Markierung zum Ablängen der Stege ist mit 61 bezeichnet. Auf das so gebildete freie Ende 24 des Steges wird nun ein Winkellaminat 3, dies kann zum Beispiel ein U- oder ein L-förmiges Winkellaminat sein, aufgelegt, wobei der der zweiten Schale zugewandte Schenkel mit Klebstoff bestrichen ist (s. hierzu Fig. 11).

Die beiden Schalteile werden nun ohne die Abstandshalter 6 zusammengesetzt, so daß das Winkellaminat 3 an der zweiten Schale 5 anhaftet. Das Ablängen mit der Lehre berücksichtigt die Länge des verwendeten Abstandshalters 6 sowie die an der Verbindungsstelle entstandenen exakten Bedingungen der Anlagefläche. Durch das Auftragen von Klebstoff haftet nun das auf dem Steg aufliegende Winkellaminat an der Schale 5 an, in einem nachfolgenden Schritt wird nun die Oberschale oder zweite Schale 5 wieder abgenommen, wobei das aufgelegte Winkellaminat durch den Klebstoff an der Schale haften bleibt. Das angeheftete Winkellaminat 3 wird nun mit weiteren Winkellaminaten mit dem Innen- bzw. Außenlaminat der zweiten Schale verbunden, wobei zwischen Innen- und Außenlaminat Kernmaterial eingebracht wird. Das Aufbauen des Stegschuhes erfolgt nach dem vorher angeführten Verfahren (s. Fig. 4 bis Fig. 8). Hierbei wird der durch das Ablängen gewonnene Abschnitt des Steges als Werkzeug für das Formen und Befestigen des aus Winkellaminaten bestehenden Stegschuhes an der zweiten Schale 5 benützt. Ein weiterer Vorteil des Abschnittes liegt darin, daß ein Originalteil des in dem Flugzeug verbauten Werkstoffes für Materialanalysen und -kontrollen zurückbleibt. Der Abschnitt ist also kein Abfall.

In Fig. 12 ist der fertige Flugzeugkörper, hier zum Beispiel eine Flosse, im zusammengebauten Zustand gezeigt. Auf der ersten Schale ist der Steg angeformt, der in einen Stegschuh des zweiten Steges eingeführt wird. Es ist von Vorteil, wenn die Stege an ihren freien Enden 24 eine parallele Ausrichtung aufweisen, da das Zusammenfügen der beiden Schalen in einer Translationsbewegung erfolgt, wobei gleichzeitig alle Stegschuhverbindungen zustande kommen. Durch das genaue Anformen der Stegschuhe an den Steg mit Hilfe der vorerwähnten Abschnitte kann eine möglichst toleranzarme Bauweise realisiert werden, was zu dem Vorteil führt, daß zum Verbinden der zweiten Schale an dem Steg eine geringe Menge Klebstoff ausreicht, da der Klebstoff nicht mehr die auftretenden Hohlräume ausfüllen muß. Neben dem Verkleben der beiden Schalen im Bereich der Stegverbindungen werden auch die anderen Berührungsflächen mit Klebstoff bedeckt und zusammengeklebt. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens liegt in der selbstfindenden exakten Verbindungsstelle des Steges an der zweiten Schale. Diese Verbindungsstelle kann bei der Konstruktion noch relativ einfach bestimmt werden, jedoch ist das exakte Montieren der vorgefertigten Stege durch die komplizierten Formen und Flächen der Schalen nur sehr schwer möglich.

Entsprechend der Verwendungsvorschrift für die verwendeten Kleber ist noch ein Austempnen des Flugzeugkörpers erforderlich.

In einer verbesserten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß als Kernmaterial neben dem vorgeschriebenen Wabenmaterial auch ein anderer Werkstoff Verwendung findet. Dieser Werkstoff ist zum Beispiel ein kohlefaserverstärkter Hartschaum. Die Kohlefasern können beispielsweise als Stäbe in dem Hartschaum eingebettet sein. Es ist hierbei zum Beispiel auch vorgesehen, die verschiedenen Kernmaterialien, also die Waben und den kohlefaserverstärkten Hartschaum, in einem Bauelement des Flugzeugkörpers, beispielsweise der Schale oder dem Steg, miteinander zu kombinieren.

Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind Versuche zur Formulierung ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Merkmale, die bislang nur in der Beschreibung offenbart wurden, können im Laufe des Verfahrens als von erfindungswesentlicher Bedeutung, zum Beispiel zur Abgrenzung vom Stand der Technik beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Flugzeugkörper, insbesondere Rumpf, Flügel oder Flosse eines Flugzeuges, der aus zwei Schalen, einer Ober- und einer Unterschale gebildet ist, wobei die Schale eine Mehrschichtbauweise, bestehend aus einem Außenlaminat, einem Kernmaterial und einem Innenlaminat, aufweist, und die beiden Schalen durch Stege miteinander verbunden sind, und der Steg eine Mehrschichtbauweise aufweist, wobei zwischen zwei Seitenlaminaten ein Kernmaterial vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Verbinden des Steges (2) mit der Schale (1) Winkellamine (3) vorgesehen sind, die je mit dem Seitenlaminat (21, 23) und mit dem Innen- (13) oder dem Außenlaminat (11) fest verbunden sind.
2. Flugzeugkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Seitenlaminat (21, 23) zum Verbinden mit dem Außenlaminat (11) ein erstes Winkellaminat (33) zugeordnet ist und daß auf dem ersten Winkellaminat (33) zur Verbindung mit dem Innenlaminat (13) ein zweites Winkellaminat (34) angeordnet ist.
3. Flugzeugkörper nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (1) an der Verbindungsstelle (10) mit dem Steg (2) im Innenlaminat (13) und im Kernmaterial (12) eine Aussparung (16) aufweist.
4. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Winkellaminat (3) mit dem Seiten- (21, 23), Innen- (13) und Außenlaminat (11) verklebt ist.
5. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Laminat aus kunststoffgetränktem Strukturgewebe besteht.
6. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunststoff Epoxidharz vorgesehen ist.
7. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

net, daß das Strukturgewebe aus Kohlefasern besteht.

8. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Strukturgewebe aus Glasfasern besteht. 5

9. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Strukturgewebe aus Aramidfasern besteht. 10

10. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zwischen dem Steg (2) und dem Innen- (13) und Außenlaminat (11) der Schale (2) bestehenden Winkel (38) ein längs im Winkel (38) verlaufendes Profil (30) vorgesehen ist, das unter dem Winkellaminat (33, 34) liegt. 15

11. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbindung des Steges (2) mit der Schale (1) das Winkellaminat (3) im wesentlichen ein U-förmiges, den Steg (2) aufnehmendes Profil bildet, wobei der Steg (2) des U-förmigen Profils mit dem Außenlaminat (11) verbunden ist. 20

12. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Winkellaminat (3) L-förmig ausgebildet ist. 25

13. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des an der Schale (1) anliegenden Fußes des Steges (2) das Kernmaterial (12) des Steges (2) direkt mit dem Winkel- (3) bzw. Außenlaminat (13) verbunden ist. 30

14. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Kernmaterial (12) Wabenmaterial vorgesehen ist. 35

15. Flugzeugkörper nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Kernmaterial (12) Hartschaumstoff vorgesehen ist. 40

16. Verfahren zur Herstellung eines Flugzeugkörpers nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Schale des Flugzeugkörpers im Niederdruckverfahren in einer Negativform hergestellt wird, gekennzeichnet durch die Abfolge folgender Schritte: 45

a) Während des Aufbaues der Schale wird in dem Bereich der Verbindungsstelle der Schale mit dem Steg zwischen dem Außenlaminat und dem Kernmaterial eine Antiklebfolie eingebracht, 50

b) nachdem das Innenlaminat auf dem Kernmaterial aufgebracht ist, wird das Innenlaminat und das Kernmaterial im Bereich der Antiklebfolie entfernt, wodurch eine Aussparung entsteht, 55

c) der Steg wird, nachdem die Antiklebfolie abgelöst ist, im Bereich der Aussparung fixiert und durch die Winkellamine mit dem Außenlaminat verbunden, 60

d) die Aussparung wird mit Kernmaterial aufgefüllt und auf der Unterseite mit der Schale verbunden, 65

e) der Steg wird durch ein Winkellaminat mit dem Innenlaminat der Schale verbunden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß im Bereich der Antiklebfolie als Kernmaterial Werkzeughartschaumstoff verwendet wird.

18. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß auf das Außenlaminat im Bereich der Verbindungsstelle ein Verstärkungslaminat aufgebracht wird.

19. Verfahren zum Herstellen eines Flugzeugkörpers nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Abfolge folgender Schritte:

a) An die erste Schale wird ein Steg angeformt, die zweite Schale weist im Bereich der Verbindungsstelle eine Aussparung auf,

b) die beiden Schalen werden in einem gleichbleibenden Abstand zueinander passgenau aufeinandergesetzt,

c) die notwendige Länge des Steges wird mit einer Lehre an dem Steg angezeichnet,

d) die beiden Schalen werden voneinander getrennt und der Steg wird abgelängt,

e) auf das freie Ende des Steges wird ein insbesondere U-förmiges Winkellaminat aufgesetzt,

f) die beiden Schalen werden derart zusammengefügt, daß das aufgebrachte Winkellaminat durch aufgetragenen Klebstoff an der zweiten Schale anhaftet,

g) das angeheftete Winkellaminat wird mit weiteren Winkellaminen mit dem Innen- bzw. Außenlaminat der zweiten Schale verbunden, wobei ein Stegschuh ausgebildet wird und wobei zwischen Innen- und Außenlaminat Kernmaterial eingebracht wird,

h) für das Verbinden der beiden Schalen miteinander werden an den Berührungsflächen der beiden Schalen sowie in dem Stegschuh Klebstoff aufgetragen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Ablängen gewonnenen Abschnitte des Steges als Werkzeug für das Formen und Befestigen des aus Winkellaminen bestehenden Stegshuhes an der zweiten Schale dienen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

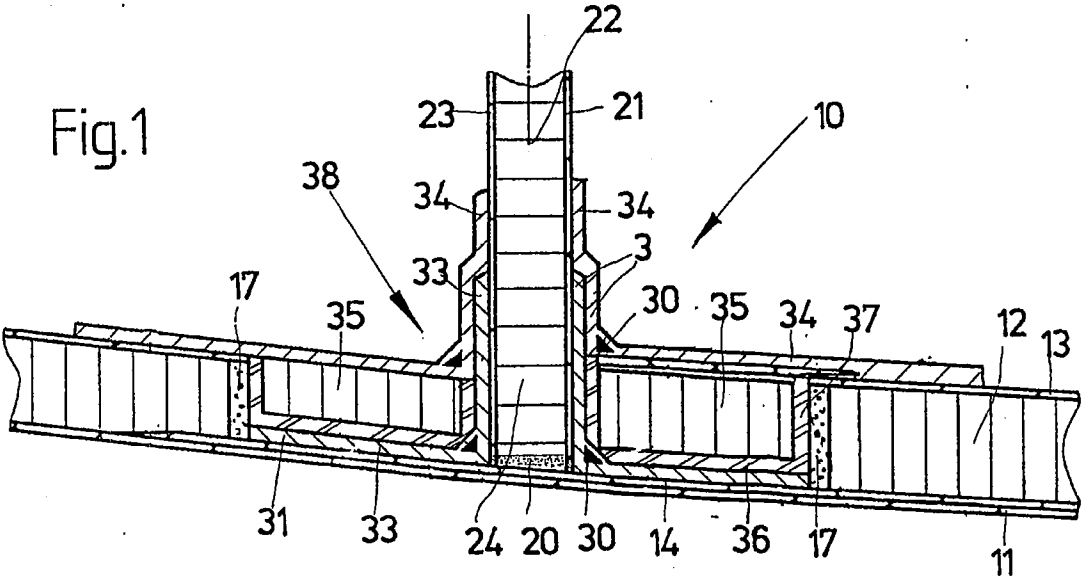
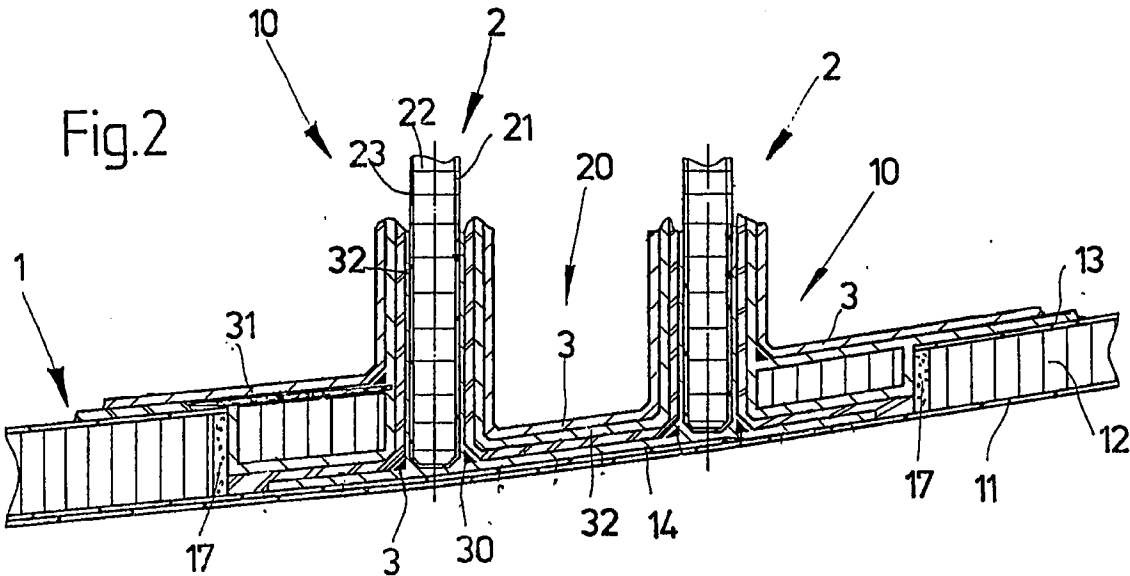


Fig.3

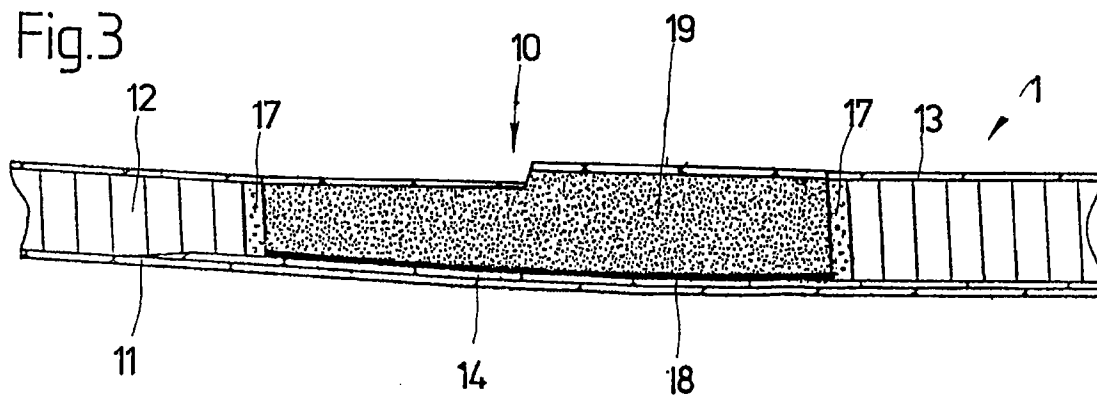


Fig.4

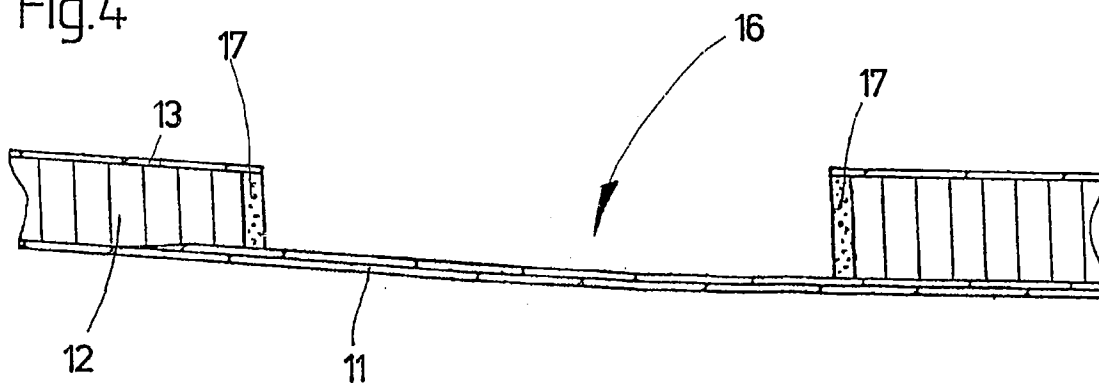


Fig.5

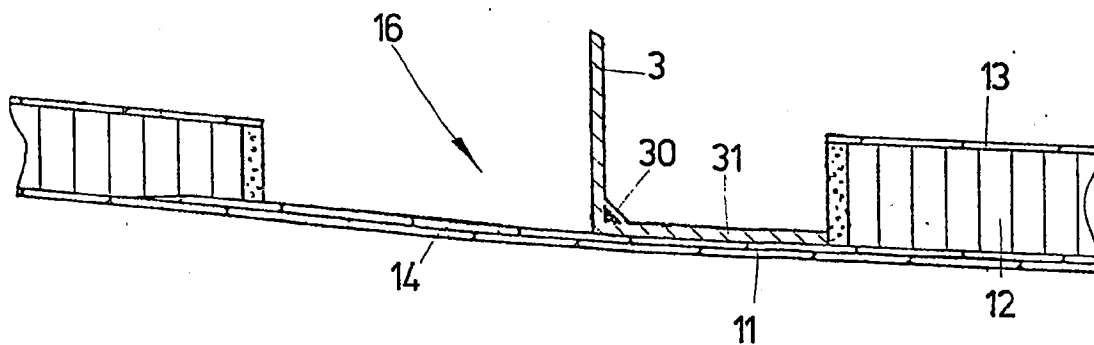


Fig.6

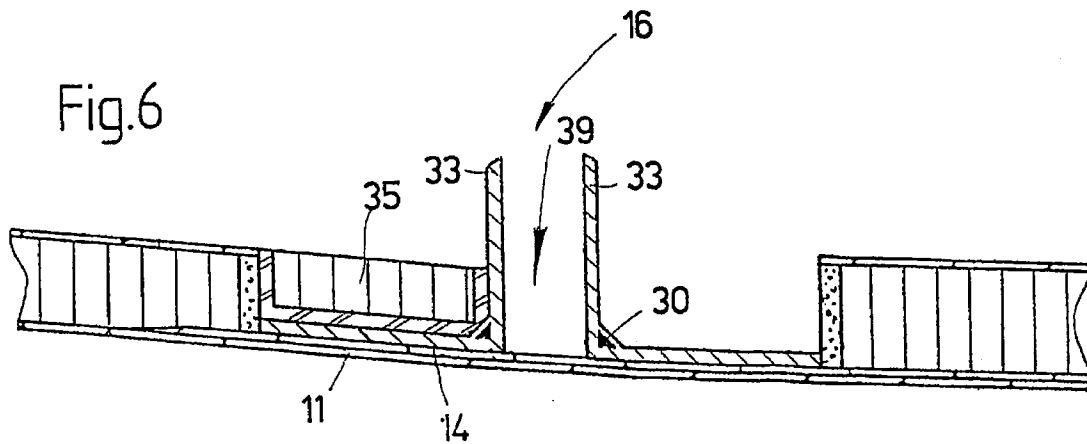


Fig.7

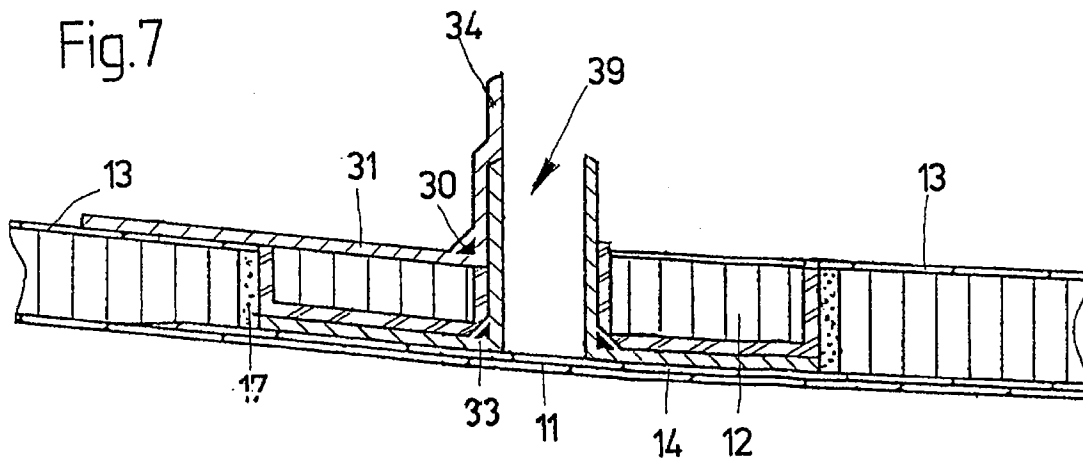
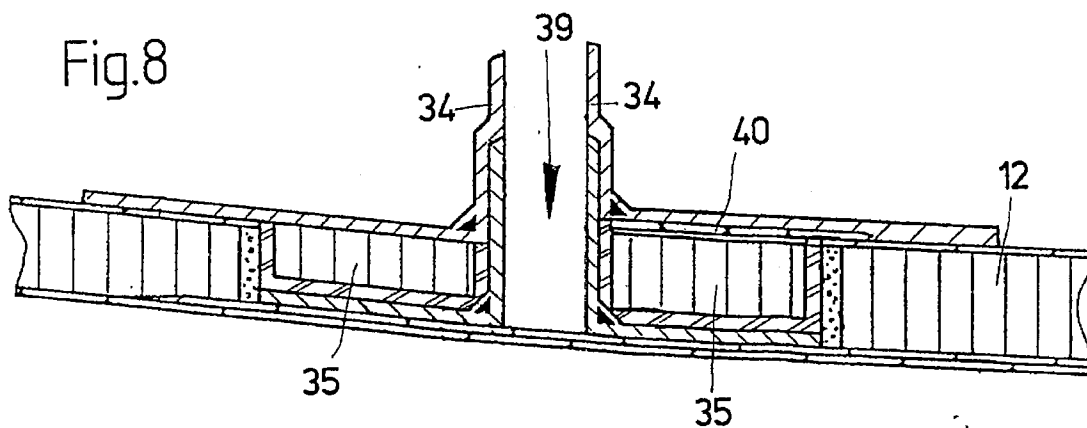


Fig.8



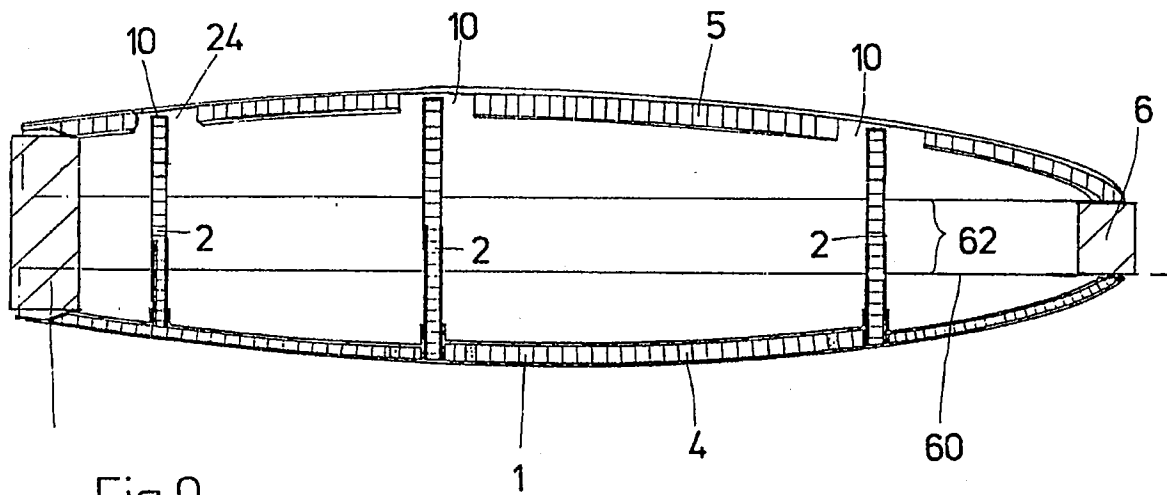


Fig. 9

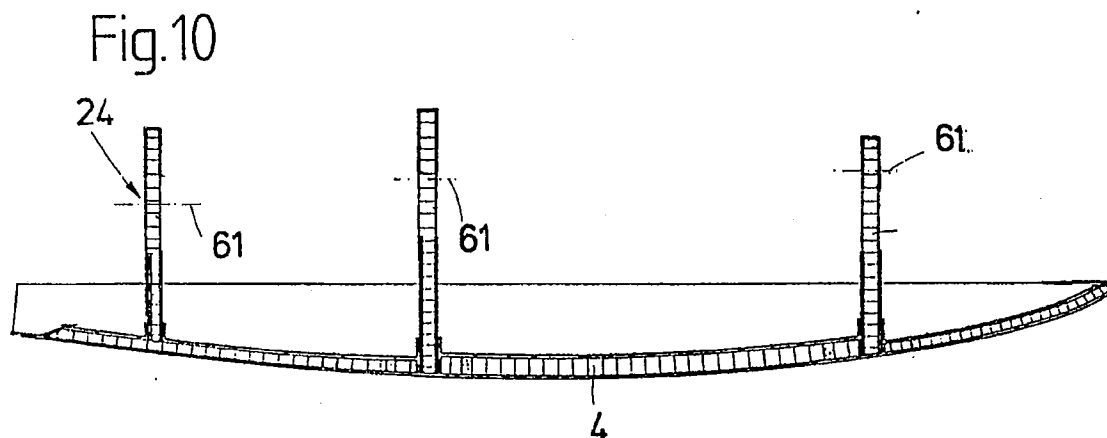


Fig. 10

Fig.11

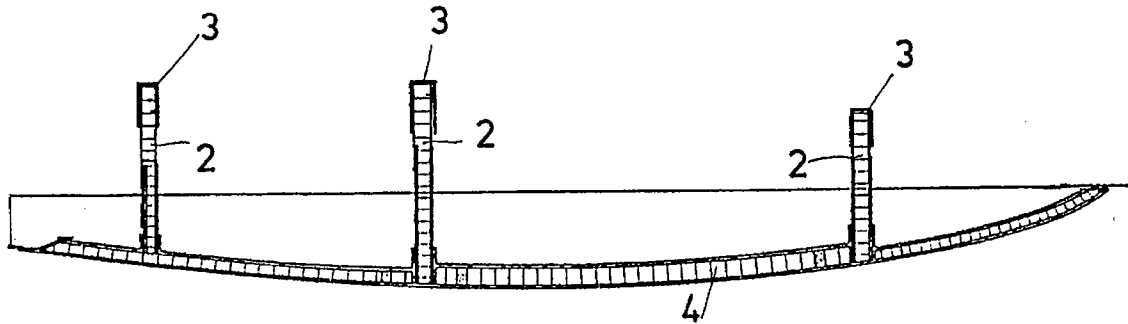


Fig.12

